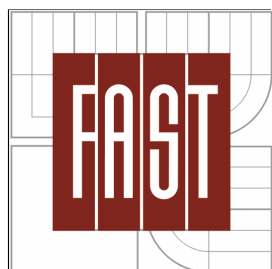


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

MODELOVÁNÍ A SIMULACE RIZIK INVESTIČNÍCH ZÁMĚRŮ

MODELING AND SIMULATION OF INVESTMENT PROJECT RISK

DISERTAČNÍ PRÁCE
DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. BARBORA POSPÍŠILOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. JANA KORYTÁROVÁ, Ph.D.

BRNO 2015

Abstrakt

Disertační práce se zabývá modelováním a simulací rizik investičních záměrů a propojením problematiky rizik s novými trendy ve stavebnictví. Proces vyvážení akceptovatelné míry rizika a vynaložených nákladů je velmi složitý a je ovlivňován řadou nejistot. Simulační metody umožňují modelovat možné budoucí scénáře vývoje projektu a kvantifikovat dopad rizik, která výstupní proměnnou ovlivňují. Cílem práce je nalezení optimální metodiky pro analýzu rizik v rámci investičního rozhodování s využitím simulačních metod. Metodika spočívá v začlenění matematického modelování simulační metodou Monte Carlo do CBA, konkrétně do části analýzy rizik. Cílem je dosažení efektivnějšího procesu plánování investičních projektů. Pečlivě zpracovaný plán projektu v předinvestiční fázi ovlivní efektivitu nákladů životního cyklu. To dokládá také metodika BIM (Informační model budovy), která funguje na principu předávání a uchovávání aktuálních a kompletních informací o investičním záměru v celém životním cyklu.

Hlavním výstupem práce je efektivní aplikace simulační metody pro predikci rizik k modelování vývoje výstupů investičního záměru. Modelovaná data lze využít při investičním rozhodování, managementu rizik, controllingu a postauditu investic. Projekty tak lze posoudit z hlediska jejich komplexního přínosu a kvality v souladu s principy dlouhodobé udržitelnosti.

Abstract

This doctoral thesis deals with modelling and simulation of investment projects and linking risk management with new trends in construction industry. Process of balancing of acceptable risk level and investment costs is really complex and is influenced by several uncertainties. Simulation methods are able to model future scenarios of project development and quantify impact of risk factors. The aim of the doctoral thesis is to find an optimal methodology for risk analysis during decision-making process using simulation methods. The methodology links modeling by simulation method Monte Carlo with CBA, with risk analysis respectively. The aim is to reach more effective process of planning of investment projects. An accurate project plan in preinvestment phase will influence effectiveness of life cycle costs significantly. This is proved also by BIM methodology which works on base of transfer and storage of actual and complete information about investment plan within its whole lifecycle.

Expected output of the thesis is effective application of simulation methods in risk prediction for modeling of outputs of investment project. Data from model are useful for decision making process, risk management, controlling and postaudit of investments. Projects can be evaluated by their complex benefits and quality with respect to sustainability.

Klíčová slova

Modelování, simulace, investiční záměr, riziko, analýza CBA, simulační metoda Monte Carlo, BIM, náklady životního cyklu, dotace.

Key words

Modeling, simulation, investment project, risk, CBA analysis, simulation technique Monte Carlo, BIM, life cycle costs, subsidy.

OBSAH

1	Úvod.....	5
2	Cíle práce a hypotézy	5
3	Investiční rozhodování.....	6
3.1	Posuzování a hodnocení investic.....	7
3.1.1	Hodnocení ekonomické efektivnosti.....	7
3.1.2	Analýza nákladů a užitků	8
4	Aktuální přístupy k řízení rizik	9
4.1.1	Analýza rizika	9
4.2	Modelování a simulace rizik	10
4.2.1	Teorie pravděpodobnosti.....	10
4.2.2	Nedostatky tradičního přístupu k hodnocení investičních projektů.....	11
4.2.3	Pravděpodobnost a statistika jako podpora manažerského rozhodování	12
4.2.4	Simulační metoda Monte Carlo	12
4.2.5	Software pro simulace.....	12
4.3	BIM jako nástroj risk managementu investičních projektů.....	13
4.3.1	BIM	13
5	Hodnocení investičních rizik v rámci CBA simulační metodou Monte Carlo	13
5.1	Materiály a metody.....	14
5.1.1	Postup simulace Monte Carlo	14

5.2	Případová studie – rozšíření CBA o simulační metodu Monte Carlo	15
5.2.1	Vstupní model pro simulaci Monte Carlo	15
5.2.2	Výsledky simulace	17
6	Závěry	21
6.1	Přínosy disertační práce pro další rozvoj vědy	21
6.2	Přínosy disertační práce pro praxi	22
6.3	Vyhodnocení stanovených hypotéz a cílů práce	22
6.4	Shrnutí	23
7	Seznam použitých zdrojů	25
	Seznam publikační činnosti.....	29
	Curriculum Vitae.....	31

1 ÚVOD

Tvorba investičního záměru, stejně tak jako každá lidská činnost, je spojena s nejistotou. Proces plánování a rozhodování o investicích je vystaven řadě faktorů, které způsobují nejistotu budoucnost. Nejistota v tomto případě představuje riziko, které značí, že budoucí vývoj nelze přesně odhadnout. Skutečnost se odchyluje více či méně od stanovených předpokladů.

Přestože je riziko spojeno také s nadějí budoucího úspěchu, stále v sobě skrývá obavy z nejistoty. Často platí, že čím větší riziko je subjekt schopen podstoupit, tím větší zisk mu daný projekt přinese. Taková varianta však může nastat s nižší pravděpodobností a při plánování je nutno tento fakt zohlednit.

Proces vyvážení akceptovatelné míry rizika a vynaložených nákladů je velmi složitý. Právě proto jsou při tvorbě plánů využívány statistické a pravděpodobnostní metody, které s vysokou mírou spolehlivosti pomocí simulačních softwarů modelují možné budoucí scénáře vývoje. Výstupy těchto softwarových nástrojů dále slouží mimo jiné pro management rizik a controlling v pokročilých fázích projektu.

V průběhu celého životního cyklu projektu stavby je nutné analyzovat potenciální rizikové faktory a vybrané následně řídit. Management rizik zahrnuje jak proaktivní přístup zaváděním preventivních opatření, tak korekci nežádoucích účinků událostí minulých – opatření nápravná.

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem práce je prokázat důležitost vlivů působících na každý investiční záměr, a to jak na vlivy negativní, tak pozitivní. Účelem je efektivní užití simulačních metod pro predikci k modelování vývoje investičního záměru a následné využití získaných hodnot pro další fáze životního cyklu projektu stavby, zejména provozní.

Vzhledem k rozsáhlosti zadaného tématu je stanoveno několik hypotéz.

Hypotéza 1: Využití matematických metod pro predikci v přípravných fázích tvorby investičního záměru zvyšuje pravděpodobnost dosažení plánovaných výsledků.

Hypotéza 2: Volba pravděpodobnostního rozdělení má významný vliv na výsledky pro manažerské rozhodování.

Hypotéza 3: Snižování informačního rizika výrazně zvyšuje ekonomickou efektivnost investičního záměru.

Hypotéza 4: Tvorba investičního záměru pomocí metodiky informačního modelování budovy (BIM) snižuje informační rizika napříč celým životním cyklem projektu stavby a zvyšuje tak ekonomickou efektivnost investičního záměru.

Cílem práce je prokázat přínos zahrnutí simulace Monte Carlo při predikci rizik v rámci analýzy nákladů a užitku (Cost Benefit Analysis, CBA), konkrétně zda lze aplikací této metodiky dosáhnout přesnějších výsledků ve fázi plánování investičních projektů. CBA je používána jako hlavní nástroj pro vyhodnocování veřejných projektů, jelikož jejich výstupem jsou převážně veřejné statky. Zahrnutím plánování rizik pravděpodobnostním přístupem do CBA je možno zvýšit efektivitu čerpání finančních zdrojů včetně evropských fondů. V tom případě může také pomoci snížit negativní dopad rizik jako je špatná alokace nákladů či nutnost vrácení dotace. Aplikací simulace Monte Carlo pro predikci rizik lze dosáhnout přiblížení k reálným hodnotám, a tím snížit odchylky skutečnosti od plánu.

BIM (Building Information Modelling, Informační modelování budov) se svou podstatou jeví jako užitečný nástroj pro investiční rozhodování již při navrhování projektu. Díky tomu, že v rámci celé životnosti stavby umožňuje systematicky pracovat se všemi informacemi (potřebnými pro investory, dodavatele, facility manažery apod.), lze posoudit ekonomickou efektivnost a proveditelnost s ohledem na celkové náklady životního cyklu. V průběhu realizace projektu a jeho provozování potom může poskytnout významnou zpětnou vazbu potvrzení nebo korekce modelovaných vstupních proměnných v předinvestiční fázi. Může tedy sloužit jako nástroj controllingu a postauditu projektů. Cílem práce je také prokázat vhodnost využití BIM při managementu rizik.

3 INVESTIČNÍ ROZHODOVÁNÍ

V polovině února 2015 vydal Český statistický úřad pozitivní údaje o vývoji české ekonomiky. Ta v roce 2014 překonala dvouletou recesi, a to opět stejně jako po krizi v roce 2009, díky zpracovatelskému průmyslu a rostoucí spotřebě domácností. Mezi další faktory, které pomohly zvýšit výkonnost české ekonomiky, patřil také růst zahraniční poptávky, poprvé po pěti letech v roce 2014 ožilo i stavebnictví. Za většinu růstu hrubého domácího produktu (HDP) je zodpovědný nárůst investiční aktivity firem, domácností i veřejného sektoru. V roce 2014 byl zaznamenán 2% růst HDP. [37]

Po dlouhém období recese (2012-2013), kdy HDP klesal několik čtvrtletí v řadě, došlo v roce 2014 ke stabilizaci ekonomiky. K dlouhodobé recesi přispěla zejména nestabilní politická situace, zvyšování DPH, stagnace nebo minimální růst mezd, vysoká míra nezaměstnanosti a omezování státních investic, které jindy fungují jako stimul hospodářského růstu. Zásah pro stavebnictví představovaly výrazné škrtý v oblasti veřejných investic pro rozvoj dopravní infrastruktury a špatná efektivita čerpání evropských fondů.

Chystané vládní reformy byly neustále odkládány a současně měněny ve svých klíčových bodech. Časté střídání politických stran ve vedení státu, a s tím spojené změny vládních priorit, se podepsaly na důvěře občanů v ekonomiku. Nejistota týkající se schvalování rozpočtu a daňového zatížení, delší období strávené v rozpočtovém provizoriu, to vše negativně ovlivňuje hospodářský růst. Vláda také tímto způsobem těžko zajišťuje kontinuitu při vyjednávání s Evropskou unií o alokaci finančních prostředků z dotačních programů. V takové nestabilní ekonomické a politické situaci je plánování investic velice složitou činností.

Investiční rozhodování je základem každé rozvojové strategie. Ekonomický růst a bohatství závisí na výrobním kapitálu, infrastruktuře, lidských zdrojích, znalostech, celkovém faktoru produktivity a kvalitě institucí. Všechny tyto základní složky rozvoje vyžadují složitá rozhodnutí o čerpání ekonomických zdrojů v současnosti, v naději na dosažení žádoucích benefitů ve vzdálené a nejisté budoucnosti. [38]

Česká republika byla vyhodnocena jako nejhorší z členů EU v oblasti efektivního čerpání evropských fondů v uplynulém programovém období. Její podíl na nevyužitých zdrojích v rámci celé EU byl vyšší než 60 %. Jak uvádí Měsíční monitorovací zprávy Ministerstva pro místní rozvoj ČR, stále zbývá vyčerpat více než 50 % certifikovaných výdajů. [47]

Po zohlednění výše uvedených faktů, a jelikož není k dispozici mnoho dalších finančních zdrojů pro oživení české ekonomiky, současná vláda stanovila efektivní čerpání evropských fondů jako svou prioritu.

Dokladem toho je také projekt Ministerstva pro místní rozvoj s názvem Expertizy pro oblast investiční výstavby veřejných zakázek. Projekt státní expertizy je zaměřen na uskutečnění priority programového prohlášení Vlády České republiky, která zní „Vláda zavede institut státní expertizy pro celou oblast investiční výstavby u veřejných zakázek“. K tomu je příslušné Ministerstvo pro místní rozvoj, které je dle kompetenčního zákona odpovědné za investiční politiku, za oblasti veřejných zakázek, fondů Evropské unie i stavebního řádu, jichž se nově připravovaný institut vesměs úzce dotýká. [40]

Hlavním cílem projektu je vytvořit metodický manuál posuzování a hodnocení investic v rozsáhlých IT a ve stavebních projektech realizovaných z EU fondů. Cílem projektu státní expertizy je postupně a ve spolupráci se zainteresovanými resorty vytvořit systém průběžného vyhodnocování veřejných investic ve smyslu jejich hospodárnosti, účelnosti a efektivnosti (3E). Systém státní expertizy by měl v cílové podobě od 1. 1. 2017 pokrýt celý rozsah životního cyklu výstavby i provozu významných investičních akcí a zobecňováním poznatků z těchto akcí zajistit efektivní vynakládání veřejných prostředků jak z hlediska získané hodnoty za peníze, tak i z hlediska optimálního poměru mezi náklady výstavby a provozu. [40]

3.1 Posuzování a hodnocení investic

Rozhodování o přijetí či zamítnutí investičního projektu závisí na řadě kritérií a k vlastnímu hodnocení je užíván nespočet metod. Projekt je třeba zanalyzovat jak po finanční, tak věcné stránce. Finanční a investiční rozhodování spolu úzce souvisí, jejich základním společným podkladem pro rozhodování jsou optimalizované peněžní toky (cash flow) po celou dobu životnosti investičního záměru.

3.1.1 *Hodnocení ekonomické efektivnosti*

Základem pro rozhodnutí o tom, zda přijmout daný projekt a realizovat jej, či o tom, který z navržených projektů nebo jejich variant by měl být zvolen k realizaci, je propočet určitých kritérií (ukazatelů) ekonomické efektivnosti. Tato kritéria měří zpravidla výnosnost (návratnost) zdrojů vynaložených na realizaci projektu. Pro hodnocení ekonomické efektivnosti investičních projektů se nejčastěji používají tato kritéria:

- rentabilita kapitálu, a to kapitálu vlastního, resp. celkového (Return on Capital),
- doba úhrady či doba návratnosti (Payback Period),
- kritéria založená na diskontování, zahrnující čistou současnou hodnotu (Net Present Value – NPV), index rentability (Profitability Index) a vnitřní výnosové procento (Internal Rate of Return – IRR). [9]

Vzhledem k odlišné časové hodnotě peněz není možné sčítat příjmy a výdaje realizované v různých časových obdobích, ale je třeba je přepočítat ke stejnému okamžiku, kterým je zpravidla zahájení projektu (tj. současnost). Tyto přepočtené hodnoty budoucích příjmů a výdajů se pak označují jako jejich současné hodnoty a proces přepočtu jako diskontování. Peněžní toky převedené na určitého společného jmenovatele (současnou hodnotu) jejich diskontováním se pak nazývají diskontované toky, úroková míra se obecně označuje jako diskontní sazba. [9]

Čistá současná hodnota (Net Present Value – NPV) projektu představuje rozdíl současné hodnoty všech budoucích příjmů projektu a současné hodnoty všech výdajů projektu. Jinými slovy lze čistou současnou hodnotu definovat jako součet diskontovaného čistého peněžního toku projektu během jeho života, zahrnujícího období výstavby, období provozu a fázi likvidace projektu. [9]

Kvalita stanovení peněžních toků a adekvátní volba diskontní sazby jsou klíčové pro zajištění vypovídající hodnoty ukazatelů ekonomické efektivity. Vzhledem ke složitosti celého rozhodovacího procesu při hodnocení investic a velkému množství zainteresovaných odborníků vznikají metodiky pro definování komplexního postupu, zajištění transparentnosti a případnou zpětnou kontrolu.

3.1.2 Analýza nákladů a užiteků

Analýza nákladů a užiteků (CBA) je metodou pro hodnocení čistého ekonomického dopadu investičních projektů veřejného sektoru. Cílem analýzy je stanovení přínosu projektu pro společnost jako celek pomocí adekvátního ekonomického ocenění na základě vynaložených nákladů a předpokládaných výnosů projektu.

CBA patří mezi nástroje sloužící k hodnocení projektů nebo regulativ. Svou úlohu hraje zejména u projektů, které jsou financovány nebo spolufinancovány z veřejných zdrojů, respektive u projektů, které se dotýkají nějakého veřejného zájmu či ovlivňují širší okruh subjektů než jen subjekty do projektu či aktivity zainteresované. [3]

Povinností České republiky jako člena Evropské unie je využívat CBA při posuzování velkých investičních projektů financovaných z fondů EU. Obsahem CBA musí být alespoň zhodnocení dopadů na společnost a ekonomiku daného státu a posouzení rizik.

Klíčovým prvkem CBA jsou měřitelné socioekonomické proměnné (včetně externalit), které figurují ve všech jejích částech:

- definování cílů projektu,
- identifikování projektu,

- studie proveditelnosti,
- finanční a ekonomické hodnocení,
- multikriteriální analýza,
- analýza rizik a citlivosti.

4 AKTUÁLNÍ PŘÍSTUPY K ŘÍZENÍ RIZIK

Řízení rizik je proces, při němž se subjekt řízení snaží zamezit působení již existujících i budoucích faktorů nejistoty a navrhuje řešení, která pomáhají eliminovat účinek nežádoucích vlivů a naopak umožňují využít příležitosti působení pozitivních vlivů. Součástí procesu řízení rizik je rozhodovací proces, vycházející z analýzy rizika. Po zvážení dalších faktorů, zejména ekonomických, technických, ale i sociálních a politických, management pro řízení rizik vyvíjí, analyzuje a srovnává možná preventivní a regulační opatření. [34]

4.1.1 *Analýza rizika*

Analýza rizika sestává z několika po sobě jdoucích kroků:

- identifikace rizik,
- stanovení významnosti rizik,
- stanovení velikosti rizika projektu (měření rizika).

Vlastní měření rizika se provádí pomocí vyhodnocení ekonomických ukazatelů, statistických a pravděpodobnostních metod. Odhadují se budoucí možné stavy světa, které představují jednotlivé varianty projektu (např. základní, optimistická a pesimistická). Varianty se od sebe odlišují různou výší nákladů, jinými vstupy do výroby, použitými technologiemi apod. Varianty jsou vůči sobě porovnávány na základě manažersko-ekonomických metod. Níže jsou uvedeny nejčastěji používané vyhodnocovací postupy:

- analýza bodu zvratu,
- stanovení účinku provozní páky,
- ukazatele ekonomické efektivity (IRR, NPV, DN, ...),
- pravděpodobnostní stromy,
- citlivostní analýza,
- simulační programy využívající pravděpodobnostní metody (výstupy jsou statistické charakteristiky).

4.2 Modelování a simulace rizik

Z předchozích kapitol vyplývá, že všechny hodnoty vstupující do projektu jsou ohroženy nejistotou, tj. nelze je určit se 100% přesností. Plány vycházejí z předpokladů a odhadů investora a ostatních zainteresovaných subjektů. Tyto odhady s sebou nesou určité riziko nepřesnosti a mohou se výrazně lišit od skutečně dosažených hodnot.

4.2.1 Teorie pravděpodobnosti

Pravděpodobnost náhodné veličiny je hodnota, která představuje míru očekávatelnosti výskytu náhodného jevu. Pravděpodobnost nabývá hodnot od 0 (jev nenastane) do 1 (jev nastane s jistotou).

Rozdělení pravděpodobnosti

Rozdělení pravděpodobnosti je funkce, která reprezentuje výskyt pravděpodobnosti náhodného jevu. Průběh každého jevu závisí na stanovených předpokladech a podmínkách.

Normální rozdělení

Nejrozšířenějším pravděpodobnostním rozdělením je normální rozdělení neboli Gaussovo. Normální rozdělení má vždy tyto charakteristiky:

- hodnoty funkce jsou vždy nezáporné,
- plocha pod křivkou funkce je rovna 1,
- pravděpodobnost, že náhodou hodnota x padne do intervalu $\langle a, b \rangle$ je dáno plochou pod křivkou mezi body a a b .

Normální rozdělení je symetrické a je definováno pomocí dvou základních charakteristik (střední hodnota a směrodatná odchylka).

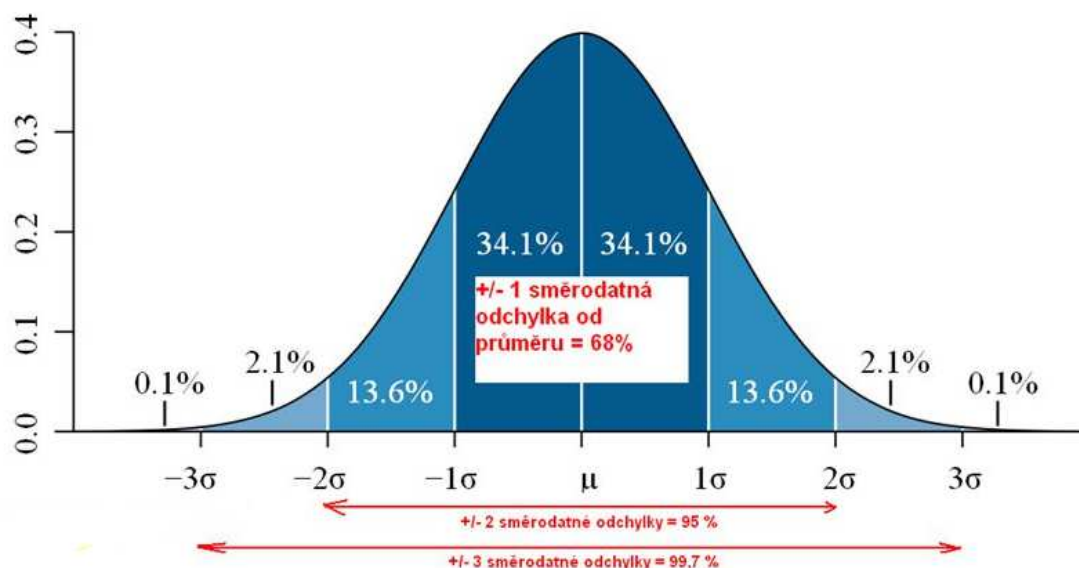
Vztah pro výpočet hodnot funkce normálního rozdělení $f(x)$ je dán následující rovnicí:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (4-1)$$

Kde μ = střední nebo očekávaná hodnota (reálné číslo),

σ = směrodatná odchylka (kladné číslo) [8].

Graf na obr. 4-1 znázorňuje průběh funkce hustoty $f(x)$ normálního rozdělení se střední hodnotou rovnou μ a směrodatnou odchylkou σ . Hodnota funkce vyjadřuje, v jakých oblastech osy x je výsledek náhodného pokusu více pravděpodobný a v jakých méně, tomu odpovídá četnost na ose y . Výsledky poblíž střední hodnoty μ jsou pravděpodobnější než odlehlé. Jednou z nejvýznamnějších vlastností tohoto typu rozdělení je existence intervalů spolehlivosti.



Obr. 4-1: Normální rozdělení se znázorněním typických intervalů spolehlivosti [49]

Základní intervaly spolehlivosti ohraničené násobky směrodatné odchylky od střední hodnoty jsou uvedeny na obrázku 4-1. Zároveň platí, že výsledek náhodného pokusu s normálním rozdělením $N(\mu, \sigma^2)$ padne do intervalu s určitou pravděpodobností viz tabulka 4-1.

Tab. 4-1: Hranice a pravděpodobnost intervalů normálního rozdělení [8]

Interval spolehlivosti	Pravděpodobnost (%)
$\mu - \sigma \leq x \leq \mu + \sigma$	68.2
$\mu - 2\sigma \leq x \leq \mu + 2\sigma$	95.4
$\mu - 3\sigma \leq x \leq \mu + 3\sigma$	99.7

4.2.2 Nedostatky tradičního přístupu k hodnocení investičních projektů

Poznátky z hospodářské praxe ukazují na nedostatečnou integraci rizika a nejistoty do investičního rozhodování, kdy analýza rizika investičních projektů neprobíhá buď vůbec, resp. ve značně zjednodušené formě. Důsledkem toho pak mohou být chybná investiční rozhodnutí, která ohrožují, a to v především v případě rozsáhlých investičních projektů, prosperitu a finanční stabilitu firem realizujících tyto projekty. [10]

Nedostatky tradičního přístupu k hodnocení investičních projektů lze jen do určité míry oslabit uplatněním analýzy citlivosti, zjišťující dopady izolovaných změn faktorů ovlivňujících výsledky projektů na kritéria jejich hodnocení, resp. další relevantní veličiny (např. hodnoty peněžních toků). Zásadní zvýšení kvality investičního rozhodování z hlediska respektování rizika a nejistoty však mohou přinést pouze pravděpodobnostní přístupy, jejichž významnými představiteli jsou scénáře a simulace Monte Carlo. [12]

4.2.3 *Pravděpodobnost a statistika jako podpora manažerského rozhodování*

Jedním z klíčových pojmů rizikového rozhodování jsou subjektivní pravděpodobnosti. Bez jejich stanovení není možná aplikace takových významných nástrojů podpory rozhodování za rizika, jakými jsou především pravděpodobnostní stromy, rozhodovací stromy a simulace metodou Monte Carlo. [11]

4.2.4 *Simulační metoda Monte Carlo*

Je zřejmé, že pokud existuje více významných rizikových faktorů ovlivňujících výsledky analýzy rizika objektu (firmy, složek jejich určitých aktiv, investičních projektů aj.), resp. jde většinou o faktory rizika spojené povahy, nelze uplatnit scénáře jako nástroje analýzy rizika. Východiskem je zde užití simulace Monte Carlo, jejíž podstatou je generování velkého počtu scénářů (řádově stovek až desetitisíců) a propočet hodnot finančních kritérií pro každý scénář. Je pochopitelné, že výstupem simulace nemohou být informace v podobě určitých charakteristik jednotlivých scénářů, ale že se tyto výstupy vztahují především v podobě grafického zobrazení rozdělení pravděpodobnosti finančních kritérií a jejich statistických charakteristik k celému souboru scénářů. [17]

Simulace Monte Carlo vyžaduje vytvoření matematického modelu objektu analýzy rizika, zpracovaného v programu v MS Excel, nebo jiném tabulkovém procesoru. Dále je třeba určit klíčové faktory rizika (faktory, které jsou značně nejisté a na jejichž změny jsou výstupy simulace vysoce citlivé), stanovit rozdělení pravděpodobností těchto faktorů včetně jejich statistické závislosti a v posledním kroku realizovat vlastní simulaci s využitím vhodného počítačového programu. [17]

Po realizaci zadaného počtu simulačních kroků se získají výsledky simulace, a to jednak v grafické podobě (především rozdělení pravděpodobnosti zvolených kritérií, grafy citlivosti zobrazující příspěvky jednotlivých faktorů k nejistotě každého kritéria aj.), jednak v číselné podobě (percentil, dolní a horní meze rozdělení, jeho statistické charakteristiky polohy, variability, šikmosti a špičatosti aj.). [17]

Simulace metodou Monte Carlo představuje užitečný nástroj analýzy rizika zvyšující kvalitu významných rozhodnutí za rizika a nejistoty v různých oblastech managementu. Její předností je především to, že nutí manažery, resp. další subjekty analyzující a hodnotící určité objekty (firmy, složky jejich aktiv, investiční projekty aj.) hlouběji přemýšlet a analyzovat tyto objekty z hlediska jednotlivých faktorů rizika, jejich nejistot, vzájemných závislostí a dopadů na zvolená kritéria hodnocení. Vede tedy k hlubšímu poznání rizikové stránky objektů a lépe podloženému rozhodování týkajícího se např. volby varianty rozvoje podniku, přijetí či zamítnutí určitých investičních projektů aj. [17]

4.2.5 *Software pro simulace*

Vzhledem ke složitosti a náročnosti modelování a výpočtu matematických statistických metod se v dnešní době využívají simulační softwary (např. Crystal ball, FREET). Ty obvykle obsahují některou ze simulačních metod typu Monte Carlo nebo Latin Hypercube Sampling.

Nejdůležitějším výstupem simulačního softwaru je pravděpodobnost neúspěchu, respektive úspěchu zvolené funkce. Tyto výsledky jsou pak vhodným nástrojem pro plánování a controlling projektu.

4.3 BIM jako nástroj risk managementu investičních projektů

Inovace informačních technologií a jejich prostředků výrazně zasahují do všech oblastí lidské činnosti. Současný trend směřuje k propojení informací napříč časem i profesemi. Nejinak je tomu ve stavebnictví, kde je čím dál více projektů realizováno na principu BIM. [32]

4.3.1 BIM

BIM je akronymem tří slov, která se mohou lišit na základě různých pojetí. Nejčastěji užívané jsou však tyto výrazy:

- building,
- information,
- modelling (management).

Pokud je výraz překládán do češtiny, jedná se o Informační model budovy. Tento název přesně vystihuje základní myšlenku, která je založena na sběru, uchovávání, správě a řízení informací v průběhu celého životního cyklu projektu stavby. Pojem BIM bývá mylně pojímán pouze jako 3D model objektu. Avšak právě písmenu I (informacím) bývá přikládán největší význam, protože samotný 3D model neobsahuje všechny potřebné informace pro celý stavební proces. BIM je soubor koordinovaných procesů, které jsou řízeny moderními technologiemi. Přidaná hodnota tkví ve vytváření, řízení a sdílení informací nutných pro rozhodování napříč celým životním cyklem. BIM spojuje data fyzická, komerční, environmentální, operativní apod. u všech navržených prvků. [32]

Očekává se, že v roce 2020 dosáhne velikost celosvětového BIM trhu hodnoty přes 8 500 milionů amerických dolarů, což odpovídá meziročnímu růstu 16,72 %. Tento styl práce, rozšířený prozatím zejména v zahraničí, slouží také jako nástroj k prevenci a eliminaci rizik, která vznikají v průběhu celého životního cyklu. [32]

5 HODNOCENÍ INVESTIČNÍCH RIZIK V RÁMCI CBA SIMULAČNÍ METODOU MONTE CARLO

Management rizik jako všechny vědní obory prochází neustálým vývojem. Na jeho aplikování byla vytvořena řada směrnic, standardů a postupů. Ať už jsou pojmy definovány jakkoliv odlišně, princip zůstává obdobný. K vyšší efektivitě managementu rizik přispívá také zahrnutí moderních metod do celého procesu. Mezi ně patří mimo jiné využití softwarů pro simulaci na bázi statistických a pravděpodobnostních postupů. Dále také aplikace přístupu BIM (informační model budovy) a jeho využití v oblasti řízení rizik. Zpracování projektu na tomto principu funguje zejména jako preventivní opatření před riziky. Tato problematika také souvisí

s důležitostí podpory inovací, které sice vyžadují další investice, avšak často výrazně zefektivní jak celý proces realizace projektu, tak jeho výstupy.

Cílem případové studie je poukázat na důležitost, provázanost a pozitivní efekt při aplikaci komplexního procesu řízení rizik napříč celým životním cyklem projektu stavby, a to zejména s využitím moderních technologií a metod. Úkolem případové studie je prokázat možnost přesnějšího výpočtu finanční a ekonomické efektivity veřejných investic na základě simulačních metod. Ty umožňují modelování velkého množství scénářů investičních projektů s pravděpodobnostmi úspěchu na zvolené hladině spolehlivosti. Úkolem bude také prokázat vliv zvoleného pravděpodobnostního rozdělení na manažerské rozhodování a plánované výsledky.

5.1 Materiály a metody

V rámci případové studie budou použity metody CBA, analýza rizik a simulace Monte Carlo.

Metoda CBA vytváří kvalitní základ pro hodnocení a vymezuje klíčové parametry projektu, kterým by měla být věnována zvýšená pozornost. Cílem analýzy proveditelnosti je shrnutí hlavních vstupů projektu spolu s předpovědí vývoje a dynamiky poptávky a trhu. Poté přichází na řadu finanční a ekonomické hodnocení.

U projektů z oblasti dopravy, které budou dále v případové studii řešeny, je vhodné vzhledem k jejich zásadnímu charakteru provést analýzu citlivosti při peněžních hodnotách. Další analýza citlivosti se může zaměřit na investiční náklady a provozní náklady nebo na očekávanou poptávku, zejména na vytvořený provoz. Mezi klíčové faktory patří investiční náklady a délka životního cyklu. [45]

5.1.1 Postup simulace Monte Carlo

Simulaci Monte Carlo v oblasti investičního rozhodování lze rozčlenit do těchto kroků:

- tvorba matematického modelu finančního plánu projektu a jeho počítačového programu (obvykle v MS Excel), určení klíčových faktorů rizika. Při simulaci respektovat nejistotu těchto faktorů, přičemž u málo významných rizikových faktorů se vychází z jejich nejpravděpodobnějších odhadů,
- stanovení rozdělení pravděpodobnosti klíčových faktorů rizika. U diskrétních faktorů rizika s několika málo hodnotami je třeba zadat jejich pravděpodobnosti, u spojitých rizikových faktorů se obvykle volí určitý typ rozdělení a zadávají jeho parametry,
- stanovení statistické závislosti faktorů rizika. Některé faktory rizika mohou záviset na jiných rizikových faktorech, a proto je při vlastní simulaci nelze generovat nezávisle na sobě. Respektování statistické závislosti faktorů rizika je značně obtížné a vyžaduje zpravidla odhad korelačních koeficientů párově závislých faktorů rizika,
- volba výstupních veličin (zpravidla kritérií hodnocení investičních projektů), které budou objektem simulace,

- vlastní proces simulace s využitím počítačového programu. Tento proces tvoří značný počet simulačních kroků (obvykle tisíce až statisíce), které se opakují až do získání výsledků. V každém simulačním kroku program vygeneruje hodnoty rizikových faktorů z jejich rozdělení pravděpodobnosti při respektování zadané statistické závislosti (tj. vytvoří určitý scénář) a propočte peněžní toky projektu a hodnoty zvolených kritérií, např. čisté současné hodnoty, rentability kapitálu aj. Po dostatečně velkém počtu simulačních kroků získá uživatel výsledky jednak v grafické podobě, tj. např. graf rozdělení pravděpodobnosti čisté současné hodnoty projektu, jednak v číselné podobě (charakteristiky rizika v podobě rozptylu, směrodatné odchylky a variačního koeficientu, dále např. pravděpodobnost, s jakou bude čistá současná hodnota záporná aj.). [12]

5.2 Případová studie – rozšíření CBA o simulační metodu Monte Carlo

Praktická část disertační práce bude hodnotit vybrané infrastrukturní projekty v rámci dotačního portfolia Regionálních operačních programů (ROP) Jihovýchod. Pro případovou studii bylo Regionální radou regionu soudržnosti Jihovýchod poskytnuto 32 projektů. Všechny projekty spadají do stejné prioritní osy, konkrétně do oblasti podpory 11.1.1 Rozvoj dopravní infrastruktury v regionu – silnice. Pro účely případové studie byly vybrány projekty realizované na území Jihomoravského kraje tak, aby byly porovnatelné nejen z hlediska investičních zdrojů (veřejné prostředky a dotace z EU), ale také dle svého místního určení. Těmto požadavkům vyhovělo z poskytnutých 32 projektů 16, tyto jsou v rámci případové studie dále zkoumány.

5.2.1 Vstupní model pro simulaci Monte Carlo

Pro každý projekt případové studie byl vytvořen matematický model (program MS excel), který je vstupním krokem pro simulaci Monte Carlo. Převážná část modelu byla vytvořena na základě peněžních toků v rámci celé předpokládané životnosti projektu. Délka hodnoceného období oscilovala mezi 20 a 25 lety.

Všechny hlavní vstupní proměnné byly podrobeny citlivostní analýze. Citlivostní analýza umožňuje identifikovat ty parametry proměnných, které jsou opodstatněné pro použití v simulačním modelu. Jako indikátor citlivosti byl zvolen ukazatel ekonomické efektivnosti – čistá současná hodnota (NPV). Tato analýza se užívá k rozpoznání citlivosti modelu na změny v hodnotách parametrů vstupních veličin a v jeho struktuře. Znázornění odezvy modelu lze vyčíst z tornádo grafů.

Tyto grafy představují výstupy jednofaktorové analýzy citlivosti. Při této analýze se zjišťují dopady izolovaných relativních změn (obvykle v intervalu +/- 10 % od dané hodnoty) jednotlivých vstupních proměnných simulačního modelu na hodnotu zvolené výstupní proměnné tohoto modelu. Tornádo grafy poskytují uživateli systému podporu při výběru rizikových faktorů. Kandidáty na rizikové faktory jsou především ty vstupní proměnné simulačního modelu, které jsou:

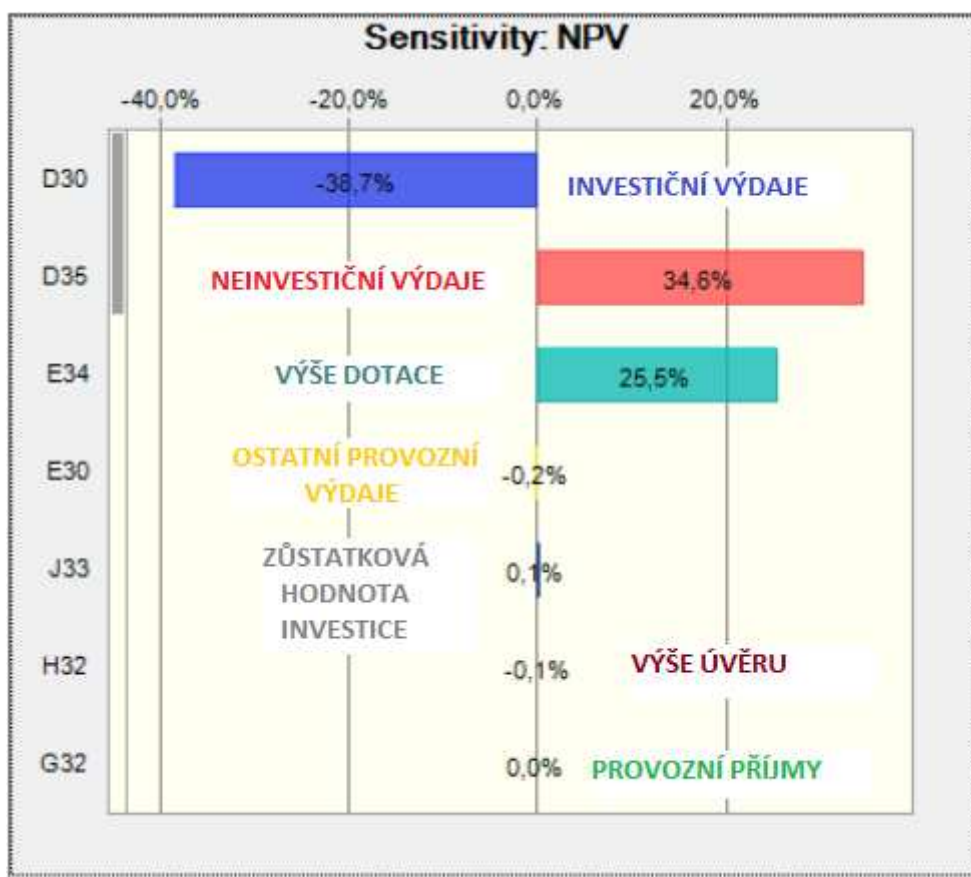
- značně nejisté, tj. jejich skutečné hodnoty se mohou značně odchylovat od nejpravděpodobnějších hodnot uvedených v simulačním modelu,

- jejich změny vyvolávají značné změny hodnot zvolené výstupní proměnné simulačního modelu (tato proměnná je tedy vysoce citlivá na změny dané výstupní proměnné). [13]

Znalost chování modelu je užitečným nástrojem pro modelování a hodnocení projektu. Analýza nejistot spojených s parametry modelu pomáhá vytvořit věrohodný a stabilní model investice. [2]

Následující obrázek 5-1 znázorňuje výsledky analýzy citlivosti (tornádo graf) ukazatele ekonomické efektivity NPV na změny ve vstupních proměnných. Výsledky citlivostní analýzy určily tři klíčové vstupní proměnné, které jsou vysoce nejisté a výrazně ovlivňují výsledky případové studie jak pozitivně, tak negativně. Jedná se o:

- investiční výdaje,
- neinvestiční výdaje,
- výši dotace.



Obr. 5-1: Příspěvky faktorů rizika k nejistotě NPV – tornádo graf [autor]

Základní myšlenkou simulace je práce s pravděpodobnostními rozděleními klíčových vstupních proměnných, které poskytují informace o pravděpodobnosti dosažení výstupů projektu včetně dopadu na sledované ukazatele ekonomické efektivity (NPV). Všem výše uvedeným

proměnným byla přiřazena pravděpodobnostní rozdělení. Mezi nejčastěji užívaná rozdělení v ekonomické praxi patří:

- normální rozdělení,
- BetaPERT rozdělení,
- trojúhelníkové rozdělení.

Normální rozdělení je využíváno k zobrazení symetrických rizikových faktorů. Je definováno svými základními charakteristikami (střední hodnotou a směrodatnou odchylkou). Zhruba 68 % hodnot rizikových faktorů padne do intervalu střední hodnota \pm směrodatná odchylka (viz obr. 4-1 a tab. 4-1). Všechny testované modely měly ve variantě A stanoveny tři vstupní proměnné, které měly stanoveny normální rozdělení pravděpodobnosti se středními hodnotami z žádosti o dotaci z ROP s následujícími směrodatnými odchylkami:

- investiční výdaje ± 10 %,
- neinvestiční výdaje ± 5 %,
- výše dotace $\pm 7,6$ %.

Předpokládané odchylky parametrů zohledňují změny nejvýznamnějších rizikových faktorů z dlouhodobého hlediska. Vychází z kombinace odborného odhadu, dříve prováděných studií a zpráv o hospodaření ROP. Zahrnují případné změny v technologiích, vícepráce v průběhu výstavby, vývoj inflace, změny legislativy apod.

Dle měsíční monitorovací zprávy MMR, která pojednává o stavu čerpání finančních prostředků z EU, jsou mezi jednotlivými oblastmi podpory velké rozdíly v efektivním využívání alokovaných zdrojů. Pro ROP Jihovýchod a prioritní osu 1.1, do které zkoumané projekty spadají, je šance na schválení dotace zhruba 80 %. Pokud je dotace schválena, její finální poskytnutá výše je dále velkou neznámou, jelikož závisí na dodržení přísných podmínek pro čerpání. Kontrolní orgány vyžadují v průběhu realizace předložení řady monitorovacích zpráv a dokladů o účelovém využití poskytnutých zdrojů.

Proto byly u každého projektu provedeny 4 varianty simulace. Varianty se odlišovaly volbou pravděpodobnostního rozdělení u vstupní proměnné – dotace. Pro variantu A bylo zvoleno normální rozdělení s ohraničením zprava (maximální možná výše dotace). Varianta B zahrnovala trojúhelníkové rozdělení ohraničené zprava. Varianta C brala v úvahu rovnoměrné rozdělení dotace. Pro variantu D bylo zvoleno BetaPERT rozdělení ohraničené zprava.

5.2.2 Výsledky simulace

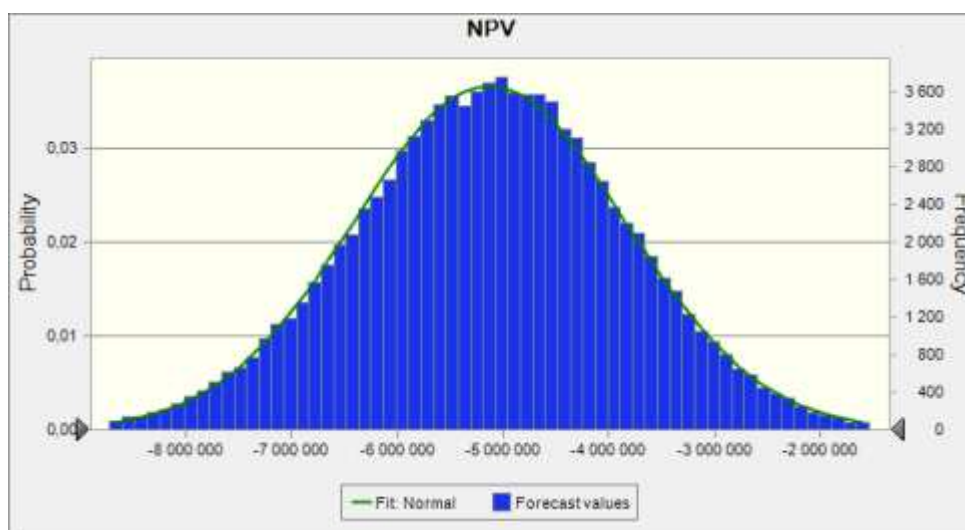
Po definování všech klíčových proměnných bylo třeba stanovit výstupní hodnotící proměnné. Vzhledem k tomu, že projekty nevykazují příjmy a výsledné NPV byly vždy záporné, nebyl pro hodnocení použit ukazatel IRR. Jedinou výstupní proměnnou byl ukazatel ekonomické efektivnosti NPV s diskontní sazbou ve výši 5 %. Poté byly vytvořené matematické modely pro hodnocení projektů podrobeny testování simulační metodou Monte Carlo (100 000 opakování v rámci jedné simulace) v softwaru Crystal ball. Celkem tedy bylo v rámci případové studie

nasimulováno 64 scénářů pro 16 projektů, všechny na hladině spolehlivosti 95 %. Spolehlivost systému, procesu nebo produktu vyjadřuje jeho schopnost naplnit očekávání v čase.

Je zřejmé, že díky vysokému počtu simulačních výsledků, je nelze reprodukovat jako vlastnosti jednotlivých scénářů. Statistická data o výsledcích pokrývají celou sadu scénářů. Míra rizika projektu je obvykle vyjádřena:

- statistickými charakteristikami variability (očekávanou hodnotou, směrodatnou odchylkou apod.
- grafickým znázorněním pravděpodobnostního rozdělení vybraného kritéria,
- citlivostními grafy,
- pravděpodobností nedosažení (překročení) určité hodnoty,
- stanovení hodnoty v riziku na hladině spolehlivosti apod.

Následující obrázek 5-1 znázorňuje výstupní proměnnou modelu při simulaci – veličinu NPV a její pravděpodobnostní rozdělení. Statistiky NPV jsou uvedeny v tabulce 5-1.



Obr. 5-1: Grafického znázornění výsledku simulace NPV v SW Crystal Ball [autor]

Cílem případové studie bylo porovnání předpokladů se skutečně dosaženými hodnotami. Při analýze výsledků simulace byly porovnávány následující hodnoty:

- NPV plán (ROP) - celkové plánované náklady v době podání žádosti v Kč, celková plánovaná výše dotace v Kč a další vstupy pro výpočet CF (povinně v rámci eCBA)
- NPV plán (simulace metodou Monte Carlo) – simulace výše uvedených dat s pravděpodobnostními charakteristikami (zohledněním rizikových faktorů) v softwaru Crystal ball,

- NPV skutečnost (ROP) - celkové výdaje po ukončení projektu, celková výše poskytnuté dotace a další vstupy pro výpočet CF.

Plánované a skutečné hodnoty NPV z ROP se výrazně lišily, a to i v řádech desítek %. Takový rozdíl, ať už je pozitivní či negativní, lze těžko předvídat a zhodnotit pouhým slovním hodnocením rizik. Vhodnější je užití expertního hodnocení rizik včetně jejich kvantifikace.

Tab. 5-1: Ukázka pravděpodobnostních charakteristik výsledků simulace NPV [autor]

Statistiky výstupní proměnné	NPV
Počet pokusů	100 000
Výchozí hodnota	-4 086 867
Střední hodnota	-5 129 461
Medián	-5 111 228
Modus	---
Směrodatná odchylka	1 281 019
Rozptyl	1 641 010 737 736
Šikmost	-0,0661
Špičatost	3,03
Koeficient variability	-0,2497
Minimum	-10 983 937
Maximum	313 420
Šíře intervalu	11 297 357
Střední standardní chyba	4 051

Výsledky simulace potvrdily, že nejčastěji se vyskytujícím pravděpodobnostním rozdělením je normální rozdělení. U 32 z 64 analyzovaných variant (50 % případů) se průběh funkce hustoty $f(x)$ pro NPV nejvíce přiblížila Gaussově křivce. Jako druhé nejčastější pravděpodobnostní rozdělení se vyskytlo Beta PERT. Četnost druhů rozdělení výstupní proměnné NPV je znázorněna v tabulce 5-2.

Tab. 5-2: Četnost druhů pravděpodobnostních rozdělení při simulacích NPV [autor]

Druh rozdělení	Četnost
Normální	32
Beta PERT	21
Lognormální	11
Celkem	64

Využitím vlastností normálního rozdělení o existenci intervalů spolehlivosti lze výsledky 32 variant interpretovat dle tabulky 5-3.

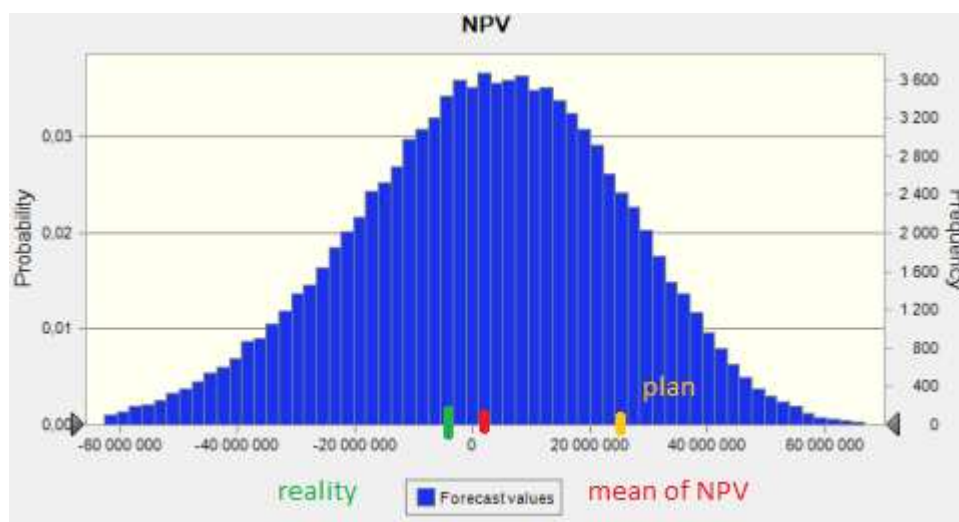
Tab. 5-3: Vyhodnocení výsledků simulace variant NPV s normálním rozdělením [autor]

Interval spolehlivosti	Skutečné NPV v intervalu	% z celkového počtu projektů
I ($\mu \pm \sigma$)	15	47%
II ($\mu \pm 2\sigma$)	15	47%
III ($\mu \pm 3\sigma$)	2	6%

Do prvního i druhého intervalu spolehlivosti padlo 47 % projektů z celkového počtu 32 projektů s normálním rozdělením NPV. Z uvedeného vyplývá, že plánování s využitím simulačních technik umožňuje kvantifikovat budoucí hodnoty ukazatele ekonomické efektivity na zvolené hladině spolehlivosti.

U zkoumaného portfolia projektů dopravní infrastruktury většinou skutečná NPV dosáhla pozitivnějších hodnot v porovnání s plánem při žádosti o dotaci. Na tento optimistický scénář však nelze spoléhat, což dokazují například výsledky dřívějšího výzkumu na projektech školské infrastruktury. Výsledky byly publikovány v článku Evaluation of Investment Risks in CBA with Monte Carlo Method (viz 23 v seznamu literatury). Modelované NPV, při použití stejné metodiky jako je navržena v této práci, se přiblížily skutečným hodnotám více v porovnání s plánovanými hodnotami NPV z žádostí o dotaci. Rozdíl mezi plánováním projektu metodou CBA a kombinací metody CBA se simulací Monte Carlo byl značný.

Rozdíl v metodice spočívá zejména v začlenění rizikových faktorů do hodnotícího modelu prostřednictvím matematických hodnot a statistických charakteristik. Očekávané hodnoty směrodatných odchylek vstupních veličin se ukázaly jako oprávněné, jelikož jejich zahrnutím bylo dosaženo přesnějších výsledků, bližších skutečně dosaženým hodnotám. Ve všech zkoumaných projektech reálná NPV padla do prvního intervalu spolehlivosti normálního rozdělení. Současně ve většině případů simulovaných metodou Monte Carlo byla výsledná NPV (mean of NPV) blíže skutečným hodnotám (reality) v porovnání s plánem provedeným pouze CBA (plan). Grafické znázornění výsledků viz obrázek 5-2.



Obr. 5-2: Vyhodnocení výsledků variant NPV u projektů školské infrastruktury [autor]

V zahraniční odborné literatuře se zmínky o propojení analýzy CBA se simulací Monte Carlo vyskytují sporadicky. V současné praxi, zejména na ekonomickém a technickém poli, již simulační metoda Monte Carlo nachází své místo jako součást konvenčních analytických metod procesu rozhodování. [7]

6 ZÁVĚRY

Cílem aplikace managementu rizik v procesu investičního rozhodování je maximalizace úspěchu projektu (zisk, sociální přínos) a minimalizace negativních vlivů rizikových faktorů. Pokud mají rizikové faktory ovlivňující výsledky analýzy rizik spojitý charakter, je vhodnější použít simulační metody místo prosté metody scénářů.

Navržená metodika spočívá v rozšíření CBA o simulační metodu Monte Carlo. Jedná se tedy o proces, který kombinuje zákonitosti ekonomické efektivnosti, hodnocení projektů, risk managementu, teorie pravděpodobnosti, matematické statistiky a simulačních metod. K propojení poznatků dochází ve fázi studie proveditelnosti, kdy jsou brány v potaz všechny faktory ovlivňující výstupy projektu. Díky procesu simulace lze s určitostí pokrýt velký počet pravděpodobnostních scénářů vývoje modelované veličiny v porovnání s prostou metodou scénářů. Základní myšlenkou simulace je práce s pravděpodobnostním rozdělením klíčových proměnných. Výsledky poskytují informace o pravděpodobnosti dosažení sledovaných výsledků (např. NPV, IRR) projektů včetně identifikace jejich největších hrozeb. Ohodnocení dopadů rizik, která výstupní proměnnou ovlivňují, lze podložit výpočty a umožňuje kvantifikovat výstupy se stanovenou přesností.

Přestože je riziko spojeno také s nadějí budoucího úspěchu, i výše tohoto úspěchu podléhá nejistotě. Často platí, že čím větší riziko je subjekt schopen podstoupit, tím větší zisk mu daný projekt přinese. Taková varianta však může nastat s nižší pravděpodobností a při plánování je nutno tento fakt zohlednit. Získaná data lze pak dále využívat i pro fázi provozní, pro controlling a postaudit projektů.

6.1 Přínosy disertační práce pro další rozvoj vědy

Vědecký přínos pro vědní obor Management stavebnictví spočívá v začlenění matematického modelování simulační metodou Monte Carlo do CBA, konkrétně do části analýzy rizik za účelem dosažení efektivnějšího procesu plánování investičních projektů. V této souvislosti byly v rámci disertační práce zmapovány následující oblasti:

- stávající i nové přístupy k řízení rizik v teoretické i praktické rovině,
- propojení metod z oboru ekonomiky, matematické statistiky, managementu rizik při hodnocení investičních projektů,
- přístupy k hodnocení rizik v České republice i v zahraničí,
- návaznost managementu rizik na problematiku BIM,

- hodnocení projektů při zadávacích řízeních se zohledněním LCC,
- nové trendy pro hodnocení veřejných zakázek v evropské legislativě.

6.2 Přínosy disertační práce pro praxi

Hlavním přínosem disertační práce pro praxi je snížení informačního rizika, které umožňuje efektivnější plánování v přípravné fázi hodnocení investičních projektů. Při aplikování výsledků a metod z této práce lze očekávat:

- zefektivnění procesu hodnocení investičních projektů,
- zvýšení úspěšnosti využití dotačních zdrojů,
- nižší objem nepředpokládaných výdajů a víceprací,
- zvýšení efektivity čerpání evropských fondů,
- efektivnější nakládání s veřejnými i soukromými zdroji také v rámci provozní fáze projektu.

Pečlivě zpracovaný plán v předinvestiční fázi projektu se odrazí na jeho výsledcích v celém jeho životním cyklu. Kvalitně modelovaná data lze využít při státní expertize, při controllingu a postauditu investic. Projekty tak lze posoudit z hlediska jejich komplexního přínosu a kvality a nejen z pohledu nejnižší nabídkové ceny na projektové práce.

6.3 Vyhodnocení stanovených hypotéz a cílů práce

Cílem práce bylo prokázat důležitost vlivů působících na každý investiční záměr, a to jak na vlivy negativní, tak pozitivní. Cíle bylo dosaženo efektivní aplikací simulační metody pro predikci rizik k modelování vývoje výstupů investičního záměru v rámci CBA. Propojením problematiky rizik s novými trendy ve stavebnictví (BIM, LCC) lze takto získaná data využít pro další fáze životního cyklu projektu stavby, zejména provozní. Cílem práce také bylo prokázat vhodnost využití BIM při managementu rizik. V úvodu práce bylo pro potvrzení dílčích cílů stanoveno několik hypotéz.

Hypotéza 1: Využití matematických metod pro predikci v přípravných fázích tvorby investičního záměru zvyšuje pravděpodobnost dosažení plánovaných výsledků.

K prokázání hypotézy 1 byla navržena metodika propojení CBA se simulací Monte Carlo. CBA je používána jako hlavní nástroj pro vyhodnocování veřejných projektů, jelikož jejich výstupem jsou převážně veřejné statky. Zahrnutí plánování rizik simulačními technikami do CBA umožnilo zohlednit spojitě faktory nejistoty při investičním rozhodování a kvantifikovat jejich dopad na výstupní proměnné projektu. Výstupem simulace jsou cenné informace o pravděpodobnostních charakteristikách zkoumané veličiny (v případové studii se jednalo o NPV).

Hypotézu 1 se podařilo potvrdit u většiny projektů školské infrastruktury, kdy se modelované hodnoty NPV přiblížily v porovnání s plánem více skutečně dosaženým hodnotám. U sledovaných projektů dopravní infrastruktury sice plánovaná NPV byla blíže skutečnosti, i přesto modelované hodnoty poskytly cenné informace. Využitím teorie pravděpodobnosti byly výsledky statisticky vyhodnoceny a u vybraných rozdělení určena také pravděpodobnost dosažení výsledků projektu v rámci intervalu spolehlivosti (kam padlo více než 90 % skutečně dosažených hodnot NPV). Došlo tak k optimalizaci plánu a zejména ke kvantifikaci dopadu jeho nejistot. Vypovídající hodnota této metody je mnohem silnější v porovnání se scénárovými postupy.

Hypotéza 2: Volba pravděpodobnostního rozdělení má významný vliv na výsledky pro manažerské rozhodování.

Pro potvrzení hypotézy 2 byly u každého projektu zkoumaného v případové studii vytvořeny 4 varianty. Ty se odlišovaly druhem zvoleného pravděpodobnostního rozdělení pro jednu ze vstupních proměnných modelu. V příloze J lze vidět rozdíly hodnot simulovaných NPV pro jednotlivé varianty.

Hypotéza 3: Snižování informačního rizika výrazně zvyšuje ekonomickou efektivnost investičního záměru.

Hypotéza 4: Tvorba investičního záměru pomocí metodiky informačního modelování budovy (BIM) snižuje informační rizika napříč celým životním cyklem projektu stavby a zvyšuje tak ekonomickou efektivnost investičního záměru.

Pro potvrzení hypotézy 3 a 4 slouží uplatnění metodiky BIM ve stavebním procesu. Vzhledem k rozsáhlosti problematiky nebyla realizována konkrétní případová studie, která by hypotézy prokázala. Z rešerše celosvětové odborné literatury, vývoje stavebního trhu a zkušeností s implementací BIM např. ve Velké Británii, Singapuru, Norsku lze však usoudit, že využití informací z BIM, nejen při řízení rizik, zvýší efektivnost investičního projektu. BIM již při návrhu projektu shromažďuje veškeré informace o stavbě týkající se celé její životnosti a systematicky s nimi pracuje. Díky neustále aktualizovaným datům v rámci jednoho modelu lze posoudit ekonomickou efektivnost a proveditelnost s ohledem na LCC. BIM může také sloužit jako nástroj pro hodnocení výběrových řízení na veřejné zakázky a státní expertizu hodnocení investičních projektů. V průběhu realizace projektu a jeho provozování může poskytnout významnou zpětnou vazbu, a to díky potvrzení nebo korekci vstupních proměnných modelovaných v předinvestiční fázi. Může tedy sloužit jako nástroj controllingu a postauditu projektů. Na základě výše uvedených poznatků a rešerše v disertační práci lze považovat obě hypotézy za potvrzené.

6.4 Shrnutí

Cílem každého podnikatelského nebo investičního záměru je úspěch – zisk, který může mít řadu podob dle charakteru projektu. Vzhledem k tomu, že podnik a projekty v něm uskutečňované neexistují izolovaně od okolního světa, je nutné neopomínat vlivy, které na ně působí. Ty mohou být jak pozitivní, tak negativní. Z hlediska stability a efektivnosti projektu je nutné analyzovat potenciální rizikové faktory a vybrané následně řídit. Management rizik zahrnuje jak proaktivní přístup zaváděním preventivních opatření, tak korekci nežádoucích účinků událostí minulých – opatření nápravná.

Vzhledem k současné složité politické a ekonomické situaci je efektivní plánování a zohledňování rizik čím dál důležitějším prvkem při investičním rozhodování ve státním i soukromém sektoru. Investiční rozhodování je za těchto podmínek velmi složitým procesem. V současnosti proces řízení rizik není zcela etablován, stále existují nedostatky v metodice investičního rozhodování, zejména rizika nejsou dostatečně kvantifikována.

Přestože je riziko spojeno také s nadějí budoucího úspěchu, stále v sobě skrývá obavy z nejistoty. Často platí, že čím větší riziko je subjekt schopen podstoupit, tím větší zisk mu daný projekt přinese. Taková varianta však může nastat s nižší pravděpodobností a při plánování je nutno tento fakt zohlednit.

Jedním z hlavních aktuálních problémů České republiky je neefektivní čerpání finančních zdrojů alokovaných z EU fondů. V oblasti EU je pro hodnocení potenciálních projektů používána metodika CBA. V rámci dotačních žádostí jsou rizika zohledňována pouze slovně, nejsou však statisticky hodnocena. Přitom začlenění kvalitativní a kvantitativní analýzy rizik vede k přesnějším výsledkům v rámci plánování. Exaktnější přístup k řízení rizik má potenciál snížit riziko vratek dotací z EU, špatné alokace nákladů apod. Efektivní využívání fondů EU zvýší investiční aktivitu a je tak vhodným nástrojem pro obnovu ekonomiky.

Spojením ekonomických (čistá současná hodnota, bod zvratu), matematických (pravděpodobnost, simulace) a manažerských metod (risk management, controlling) lze vzniklá rizika eliminovat, anebo lépe přímo předcházet jejich vzniku. V souvislosti s rozvojem informačních technologií lze k tvorbě predikcí využívat simulační software. Výsledky, které poskytuje, je však nutné vždy propojit se znalostmi z ostatních dotčených oblastí.

Proces vyvážení akceptovatelné míry rizika a vynaložených nákladů je velmi složitý. Právě proto jsou při tvorbě plánů využívány statistické a pravděpodobnostní metody, které s vysokou mírou spolehlivosti pomocí simulačních softwarů modelují možné budoucí scénáře vývoje. Výstupy těchto softwarových nástrojů dále slouží mimo jiné pro management rizik a controlling v pokročilých fázích projektu. K propojení pohledů všech účastníků stavebního trhu slouží informační model budovy (BIM), který funguje na principu předávání a uchovávání aktuálních a kompletních informací o projektu stavby.

Začlenění hodnocení rizik simulační metodou Monte Carlo do analýzy CBA může pomoci dosáhnout statisticky podložených výsledků, které jsou přesnějším nástrojem pro plánování v rámci investičního rozhodování. Ti, jež jsou schopni předvídat potenciální rizika a adekvátně reagovat na kritické situace včas, lépe uchrání své investice před neúspěchem a dosáhnou požadovaných výstupů projektu.

Pokud je investor schopen včas identifikovat, kvantifikovat a relevantně začlenit dopady rizik do procesu posuzování investičních záměrů, pak je schopen své investice řídit maximálně efektivně i v nejistém hospodářském prostředí. V budoucnu bude možná použitím nastíněných přístupů dosaženo principů dlouhodobé udržitelnosti a nebudou provozovány projekty, které mají na společnost mnohem negativnější dopady než je počáteční vysoká realizační cena.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] AZHAR, S., HEIN, M., SKETO, B. *Building Information Modeling (BIM): Benefits, Risks and Challenges*. Auburn, Alabama: McWhorter School of Building Science (Auburn University). 2008. 11 S.
- [2] BREIEROVA, L., CHOUDHARI, M. (2001). *An Introduction to Sensitivity Analysis, Prepared for the MIT System Dynamics in Education Project* Under the Supervision of Dr. Jay W. Forrester, Massachusetts Institute of Technology, 41–107, D-4526-2.
- [3] ČÁMSKÁ, D., KULA, D. *Úloha Cost Benefit Analysis v projektech kofinancovaných evropskými fondy*. Mezinárodní vědecká konference Trendy v podnikání 2012, Fakulta ekonomická Západočeské univerzity v Plzni, Plzeň 2012, ISBN 978-80-261-0100-0. 7 S.
- [4] ČERNÝ, M., TOMANOVÁ, Š., POSPÍŠILOVÁ, B., LUBAS, A., KAISER, J., VYHNÁLEK, R. *Návaznost informačního modelování budov (BIM) na směrnici Evropského parlamentu a rady 2014/24/EU o zadávání veřejných zakázek a o zrušení směrnice 2004/18/ES*. Konference BIM DAY 2014. Praha, 2014. 24 S.
- [5] ČERNÝ, M. *Přichází čas pro BIM ve státní správě*. EARCH, Praha 2014. Dostupné z: <http://www.earch.cz/cs/stavitelstvi/prichazi-cas-pro-bim-ve-statni-sprave>
- [6] ČERNÝ, M., TOMANOVÁ, Š., POSPÍŠILOVÁ, B., VYHNÁLEK, R., JIRÁT, M., LUBAS, A., VANĚK, P. *BIM příručka*. Odborná rada pro BIM, Praha, 2013. ISBN 978-80-260-5297-5. 75 S.
- [7] DAOYAN, S. *The application of Monte Carlo computer simulation in economic decision-making*, International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCSM), vol.7, no., pp.V7-592,V7-595, 22-24.
- [8] DE CEUSTER, L. (2010). *Focus on risk management: manage risks to improve project success*. Praha: APraCom. 169 p. ISBN 978-80-254-8708-2.
- [9] FOTR, J., SOUČEK, I. *Investiční rozhodování a řízení projektů*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. 416 S. ISBN 978-80-247-3293-0.
- [10] FOTR, J., ŠVECOVÁ, L. *Pravděpodobnostní přístupy v investičním rozhodování a jejich implementace*. Příspěvek z výstupů výzkumného záměru *Nová teorie ekonomiky a managementu organizací* registrovaného u MŠMT České republiky pod evidenčním číslem MSM6138439905. 16 S.
- [11] FOTR, J., ŠVECOVÁ, L. a kol. *Manažerské rozhodování – postupy, metody a nástroje*. Praha: Ekopress, s.r.o., 2010. 474 S. ISBN 978-80-86929-59-0.
- [12] FOTR, J., ŠVECOVÁ, L. *Pravděpodobnostní přístupy v investičním rozhodování a jejich implementace*. Výstup výzkumného záměru: *Nová teorie ekonomiky a managementu organizací*. Registrováno u MŠMT ČR, evidenční číslo: MSM6138439905.
- [13] FOTR, J. *Průvodce systémem Crystal Ball*. VŠE, 2011. Dostupné z: iom.vse.cz/wp-content/uploads/2011/10/Průvodce_CB7.doc
- [14] HÁLEK, V. *Krizový management, aplikace při řízení podniku*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2006. 317 S.

- [15] HENDRICKSON, C. *Project Management for Construction*. Pittsburgh: Prentice Hall. 2008. 350 S. ISBN 0-13-731266-0, 1989.
- [16] HNILICA, J., FOTR, J. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. Praha: Grada, 2009. 264 S.
- [17] HNILICA, J., FOTR, J. *Aplikovaná analýza rizika ve finančním managementu a investičním rozhodování*. Praha: Grada, 2009. 264 S.
- [18] KARDES, I., OZTURK, A., CAVUSGIL, T. *Managing global megaprojects: Complexity and risk management*. International Business Review 22, 2013, Issue 6. 13 S.
- [19] KONEČNÝ, M., SKOKAN, K., ZAMARSKÝ, V. *Inovační centra: Transferová inovační pracoviště, Inkubátory pro výchovu inovačních podnikatelů, Vědecko-technické parky v regionálním rozvoji*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2001. 254 S.
- [20] KORECKÝ, M., TRKOVSKÝ, V. *Management rizik projektů se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011. 584 S. ISBN 978-80-247-3221-3.
- [21] KORYTÁROVÁ, J. *Ekonomika investic*. Studijní opora. Brno: VUT v Brně, FAST, 2006. 170 S.
- [22] KORYTÁROVÁ, J. *Investování*. Studijní opora. Brno: VUT v Brně, FAST. 130 S.
- [23] KORYTÁROVÁ, J., POSPÍŠILOVÁ, B. *CBA modelling of education infrastructure considering risks simulated by Monte Carlo method*. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, Mendelova univerzita v Brně, Brno 2015. (článek byl přijat redakční radou, bude publikován v únoru 2015).
- [24] KŘEČEK, P., PLICKA, I. *Tisková zpráva ČKA, ČKAIT a SMO: Nejnižší cena nezaručí potřebnou kvalitu*. Praha, 2014.
- [25] KRÍŽ, O., NEUBAUER, J., SEDLAČÍK, M. *Základy statistiky*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2012. 236 S. ISBN 978-80-247-4273-1.
- [26] KUDA, F., BERÁNKOVÁ, E., *Facility management v technické správě a údržbě budov*, 2012, 1. vyd., 252 s., ISBN 978-80-7431-114-7. Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/udrzba-budov/10219-zivotni-cyklus-staveb>
- [27] LILJEBLOM, E., VAIHEKOSKI, M. *Investment Evaluation Methods and Required Rate of Return in Finnish Publicly Listed Companies*. Finnish Journal of Business Economics, Vol. 53, No. 1. 2004. 16 S.
- [28] MATĚJKA, V., MOKRÝ, J., RANDULA, P., LACKO, B., FICEK, P. *Management projektů spojených s výstavbou*. Praha: Informační centrum České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. 2001. 212 S. ISBN 80-86364-56-9.
- [29] OCHRANA, F., JAN, P., VÍTEK, L. at al, (2010). *Veřejný sektor a veřejné finance, Financování nepodnikatelských a podnikatelských aktivit*. Praha: Grada Publishing, a.s. ISBN: 978-80-247-3228-2.
- [30] PISHADA, P., BELIVEAU, Y. *Integrating Multi-Party Contracting Risk Management (MPCRM) Model with Building Information Modeling (BIM)*. Blacksburg, VA, USA: Myers-Lawson School of Construction, Virginia Tech. 2010. 10 S.

- [31] POSPÍŠILOVÁ, B. *Management rizik v rámci regionálního inovačního rozvoje*. Mezinárodní konference doktorského studia JUNIORSTAV 2012, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno 2012, ISBN 978-80-214-4393-8.
- [32] POSPÍŠILOVÁ, B. *BIM jako nástroj risk managementu stavebních projektů*. Mezinárodní konference doktorského studia JUNIORSTAV 2013, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno 2013, ISBN 978-80-214-4393-8.
- [33] RICHTAROVÁ, D. *Aplikace analýzy scénářů při postauditu investic*. 6th International Scientific Conference Managing and Modelling of Financial Risks, VŠB-TU Ostrava, Faculty of Economics, Finance Department. Ostrava, 2012. S 8.
- [34] SMEJKAL, V., RAIS, K. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2010. 360 S. ISBN 978-80-247-3051-6.
- [35] SVOZILOVÁ, A. *Projektový management*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2006. 360 S. ISBN 80-247-1501-5.
- [36] ŠÍP, E. *Státní expertiza – představení koncepce MMR*. Národní konference o české infrastruktuře 2014, Praha 2014.
- [37] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. 2014: *Česká ekonomika překonala dvouletou recesi*. Praha, únor 2015. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/informace/csav021315.docx>
- [38] *Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects (2008)*. EUROPEAN COMMISSION, Directorate General Regional Policy, July 2008.
- [39] MBA INGÉNIERE. *78th EUROCONSTRUCT CONFERENCE BIM REPORT*. 78th EUROCONSTRUCT Conference, Milan, 2014.
- [40] MMR. *Expertizy pro oblast investiční výstavby*. Praha, 2014. Dostupné z: <http://www.mmr.cz/cs/Evropska-unie/Kohezni-politika-EU/Kohezni-politika/Expertizy-pro-oblast-investicni-vystavby>
- [41] MMR ČR. *Průvodce ekonomickým hodnocením projektu programu*. Dostupné z: https://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/5d5cc5d8-5ee0-461d-9381-3fd53e3e7c83/Pruvodce_ekonomickym_hodnocenim_projektu_programu__5d5cc5d8-5ee0-461d-9381-3fd53e3e7c83.pdf
- [42] OECD. *Sustainable Development: Linking economy, society, environment*. 2008. ISBN 9789264047785.
- [43] ROP Jihovýchod. *Výzva k předkládání projektů oblast podpory: 1.1 Rozvoj dopravní infrastruktury v regionu*. Dostupné z: http://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/a9b6e001-b055-4166-9809-5bd3de748612/1-1_a9b6e001-b055-4166-9809-5bd3de748612.pdf?ext=.pdf
- [44] ROP *Přehled stavu projektu*. Dostupné z: www.ropstrednicechy.cz/download
- [45] ROP Střední Morava. *Český překlad metodiky EK pro zpracování CBA*. Dostupné z: <http://www.rr-strednimorava.cz/file/368/>.
- [46] ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR. *Cenové normativy staveb pozemních komunikací – 2012 databáze rizik*. Dostupné z: [http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/fd1c2c3a1103ca85c1256a0f00330868/491de15e87d89005c1257b500039dce4/\\$FILE/CN2012_rizika.pdf](http://www.rsd.cz/rsd/rsd.nsf/fd1c2c3a1103ca85c1256a0f00330868/491de15e87d89005c1257b500039dce4/$FILE/CN2012_rizika.pdf)

- [47] STRUKTURÁLNÍ FONDY, (2014): *Měsíční monitorovací zpráva_2013_12*. Citováno z: http://www.strukturalni-fondy.cz/getmedia/1a7af95d-525c-4b88-94a1-bdcf6a3b02d7/MMZ_2013_12.pdf.
- [48] TEKLA CASE STUDIES. *Wayne Brother uses BIM to reduce risk and raise value*. Dostupné z: <http://83-136-253-59.uk-lon1.host.upcloud.com/references/wayne-brothers-uses-bim-reduce-risk-and-raise-value>
- [49] TEXAS A&M UNIVERSITY. Department of Statistics. Dostupné z: <http://www.stat.tamu.edu/west/applets/ci.html>
- [50] Směrnice Evropského parlamentu a rady 2014/24/EU o zadávání veřejných zakázek a o zrušení směrnice 2004/18/ES. Dostupné z: http://www.portal-vz.cz/getmedia/1c79eb25-e98e-4cf9-8964-afa8df67e3f3/Smernice-c-2014_24_EU-o-zadavani-VZ-a-o-zruseni-smernice-c-18.pdf
- [51] 104/2000 Sb. ZÁKON ze dne 4. dubna 2000 o Státním fondu dopravní infrastruktury
- [52] <http://www.buildingsmart.com/>
- [53] <http://www.czbim.org/>
- [54] <http://www.ribaplanofwork.com/>

SEZNAM PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI

RECENZOVANÉ ČASOPISY A ODBORNÉ KNIHY

(1) KORYTÁROVÁ, J., POSPÍŠILOVÁ, B. CBA modelling of education infrastructure considering risks simulated by Monte Carlo method. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, Mendelova univerzita v Brně, Brno 2015. (článek byl přijat redakční radou, bude publikován v únoru 2015).

(2) ČERNÝ, M., TOMANOVÁ, Š., POSPÍŠILOVÁ, B., VYHNÁLEK, R., JIRÁT, M., LUBAS, A., VANĚK, P. BIM příručka. Odborná rada pro BIM, Praha, 2013. ISBN 978-80-260-5297-5. 75 S.

ČLÁNKY VE SBORNÍCÍCH NÁRODNÍCH A MEZINÁRODNÍCH KONFERENCÍ A V ODBORNÝCH ČASOPISECH

(3) ČERNÝ, M., TOMANOVÁ, Š., POSPÍŠILOVÁ, B., LUBAS, A., KAISER, J., VYHNÁLEK, R. Návaznost informačního modelování budov (BIM) na směrnici Evropského parlamentu a rady 2014/24/EU o zadávání veřejných zakázek a o zrušení směrnice 2004/18/ES. Konference BIM DAY 2014. Praha, 2014. 24 S.

(4) POSPÍŠILOVÁ, B., BLAHOŇOVSKÝ, J., ŠIMÁČEK, O. 78th EUROCONSTRUCT Country report. 78. Konference EUROCONSTRUCT v Miláně. CRESME, Miláno 2014.

(5) POSPÍŠILOVÁ, B. Mezinárodní spolupráce v naší oblasti působení. Build Info – časopis podnikatelů ve stavebnictví. Praha, 2014. 1803-8921.

(6) POSPÍŠILOVÁ, B., BLAHOŇOVSKÝ, J., ŠIMÁČEK, O. 77th EUROCONSTRUCT Country report. 77. Konference EUROCONSTRUCT v Oslo. Prognosecenteret, Oslo, 2014.

(7) POSPÍŠILOVÁ, B. BIM jako budoucnost přípravy a realizace staveb. Stavebnictví v kostce. Svaz podnikatelů ve stavebnictví: Praha, 2014.

(8) ČERNÝ, M., TOMANOVÁ, Š., POSPÍŠILOVÁ, B., JIRÁT, M. BIM jako komunikační platforma ve stavebnictví. ERA 21 06/2013. ERA: Praha, 2013. ISSN 1213- 6212.

(9) POSPÍŠILOVÁ, B., BLAHOŇOVSKÝ, J., ŠIMÁČEK, O. 76th EUROCONSTRUCT Country report. 76. Konference EUROCONSTRUCT v Praze. ÚRS PRAHA: Praha, 2013.

(10) POSPÍŠILOVÁ, B. Zotavení evropského stavebnictví v nedohlednu. KURS 5/2013. ÚRS PRAHA: Praha, 2013. 1801-8882.

(11) POSPÍŠILOVÁ, B. Cenové informace jako pátý rozměr BIM. KURS 5/2013. ÚRS PRAHA: Praha, 2013. 1801-8882.

(12) POSPÍŠILOVÁ, B., BLAHOŇOVSKÝ, J., ŠIMÁČEK, O. 75th EUROCONSTRUCT Country report. 75. Konference EUROCONSTRUCT v Kodani. CIFS, Kodaň, 2013.

(13) POSPÍŠILOVÁ, B. BIM Survey in the Czech Republic. ICIS 20th Delegates Assembly: Hirošima, 2013. .

(14) POSPÍŠILOVÁ, B. BIM jako nástroj risk managementu stavebních projektů. Mezinárodní konference doktorského studia JUNIORSTAV 2013, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno 2013, ISBN 978-80-214-4393-8.

- (15) POSPÍŠILOVÁ, B., BLAHOŇOVSKÝ, J., ŠIMÁČEK, O. 74th EUROCONSTRUCT Country report. 74. Konference EUROCONSTRUCT v Mnichově. IFO, Mnichov, 2012.
- (16) POSPÍŠILOVÁ, B., BLAHOŇOVSKÝ, J., ŠIMÁČEK, O. 73th EUROCONSTRUCT Country report. 73. Konference EUROCONSTRUCT v Londýně. Experian, Londýn, 2012.
- (17) POSPÍŠILOVÁ, B. Linking cost estimation and CAD systems in the Czech Republic. ICIS 19th Delegates Assembly: Oslo, 2012. .
- (18) POSPÍŠILOVÁ, B. Management rizik v rámci regionálního inovačního rozvoje. Mezinárodní konference doktorského studia JUNIORSTAV 2012, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno 2012, ISBN 978-80-214-4393-8.
- (19) POSPÍŠILOVÁ, B., ŠTĚRBÁČKOVÁ, Š., HANÁKOVÁ, Z., NOVOTNÁ, L., TRUSKA, A., HRIČÁK, L., DVOŘÁČEK, L. Reálné opce v investičním rozhodování. Mezinárodní konference doktorského studia JUNIORSTAV 2012, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno 2012, ISBN 978-80-214-4393-8.
- (20) POSPÍŠILOVÁ, B., BLAHOŇOVSKÝ, J., ŠIMÁČEK, O. 72nd EUROCONSTRUCT Country report. 72. Konference EUROCONSTRUCT v Paříži. BIPE, Paříž, 2011.
- (21) POSPÍŠILOVÁ, B. Zu wenig Kies. Ost-West Contact – Das Wirtschaftsmagazin für Ost-West Kooperation. OWC – Verlag für Aussenwirtschaft, Münster, 2011. ISSN 0948-1680.
- (22) POSPÍŠILOVÁ, B. Selection of Optimal Variety of Construction Order Financing by Value Analysis Methodology. Mezinárodní Baťova konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín, 2011. 978-80-7454-013-4..

CURRICULUM VITAE

Ing. Barbora Pospíšilová, datum narození: 23.3.1986

Současné studium:

2011 – VUT v Brně - fakulta stavební, obor Management stavebnictví,
kombinované doktorské studium

Dosažené vzdělání:

2005 – 2011 VUT v Brně - fakulta stavební, obor Management stavebnictví

2001 – 2005 Gymnázium Táborská 185, Brno

Pracovní zkušenosti

2014 - Manažer mezinárodních projektů, ÚRS Praha, a.s.

Hlavní pracovní náplň a odpovědnost:

správa mezinárodních projektů Euroconstruct a ICIS,

příprava a analýza dat pro konference, organizace konferencí

tvorba predikcí stavebního trhu a makroekonomiky,

vývoj implementace cenových dat do BIM

člen představenstva ICIS

přednášková a publikační činnosti v oblasti BIM a oceňování

vývojové projekty - náklady a uhlíková stopa budovy, BIM knihovny, platforma pro rozpočtování v BIM

2011 – 2014 Koordinátorka projektů, ÚRS Praha, a.s.

2011 Obchodní manažer, Stavoprojekta stavební firma, a.s.

2010 Technická příprava pro PENB, Oekoplan Czech republic, s.r.o

2010 Asistentka marketingu, INTERPLAN-CZ, s.r.o.

2007-2008 Asistentka stavebního technika, ČMSS, a.s.

Jazyky

Angličtina, němčina, italština

POZNÁMKY